

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年12月21日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第362886号

出願人

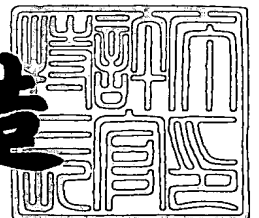
Applicant(s):

株式会社村田製作所

2000年 9月22日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3078455

【書類名】 特許願

【整理番号】 21

【提出日】 平成11年12月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01P 15/08

【発明者】

 【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田
 製作所内

 【氏名】 川合 浩史

【特許出願人】

 【識別番号】 000006231

 【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

 【識別番号】 100093894

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 五十嵐 清

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 000480

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9004888

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 共振素子およびその振動調整方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 X、Y、Z 直交三次元の X 方向と Z 方向に振動可能な振動体と、該振動体を X 方向に励振振動させる励振手段とを有した共振素子において、上記振動体の X 方向の励振振動中における振動体の Z 方向のぶれを検出する励振ぶれ検出手段と、上記振動体の Z 方向のぶれを抑制する励振ぶれ抑制手段とが設けられていることを特徴とした共振素子。

【請求項 2】 共振素子は、コリオリ力による振動体の Z 方向の振動に基づいて Y 軸回りの角速度を検出する角速度センサと成し、この角速度センサには振動体の Z 方向の振動を検出する Z 方向振動検出手段が設けられており、この Z 方向振動検出手段が励振ぶれ検出手段を兼用していることを特徴とした請求項 1 記載の共振素子。

【請求項 3】 励振ぶれ検出手段は、振動体の Z 方向の振動に応じた該振動体に対する静電容量の変化を検出する検出電極により構成されており、振動体の X 方向の励振振動中における上記検出電極の検出静電容量の変動を振動体の Z 方向のぶれとして検出することを特徴とした請求項 1 又は請求項 2 記載の共振素子。

【請求項 4】 振動体は、固定基板の X、Y 平面方向の面に対向配置され、支持梁を介して上記固定基板に X 方向に振動可能に支持されている平面振動体と成していることを特徴とした請求項 1 又は請求項 2 又は請求項 3 記載の共振素子。

【請求項 5】 X、Y、Z 直交三次元の X 方向と Z 方向に振動可能な振動体と、該振動体を X 方向に励振振動させる励振手段とを有した共振素子の振動調整方法であって、上記振動体の Z 方向の振動に応じた該振動体に対する静電容量の変化を検出する検出電極を設けると共に、振動体に静電引力を付与し該静電引力によって振動体の X 方向の励振振動中における振動体の Z 方向のぶれを抑制する励振ぶれ抑制手段を設け、上記励振手段により振動体を X 方向に励振振動させているときに上記検出電極の検出静電容量の変動を上記振動体の Z 方向のぶれとし

て検出して、上記励振ぶれ抑制手段により振動体に付与する静電引力を上記検出電極の検出静電容量の変動を解消する方向に制御することを特徴とした共振素子の振動調整方法。

【請求項 6】 検出電極の検出静電容量を電圧に変換して、振動体の X 方向の励振振動中における振動体の Z 方向のぶれを電圧変化により検出することを特徴とした請求項 5 記載の共振素子の振動調整方法。

【請求項 7】 F E T を備えた容量－電圧変換手段を用いて検出電極の検出静電容量を電圧に変換することを特徴とした請求項 6 記載の共振素子の振動調整方法。

【請求項 8】 共振素子はコリオリ力による振動体の Z 方向の振動に基づいて Y 軸回りの角速度を検出する角速度センサと成し、この角速度センサには上記振動体の Z 方向の振動を静電容量変化を利用して検出する Z 方向振動検出手段が設けられており、この角速度センサが組み込まれるセンサ装置には上記検出電極の検出静電容量を電圧に変換する容量－電圧変換手段が設けられており、上記 Z 方向振動検出手段を励振ぶれ検出手段として兼用し、また、上記容量－電圧変換手段を励振ぶれ検出用の容量－電圧変換手段として兼用することを特徴とした請求項 5 又は請求項 6 又は請求項 7 記載の共振素子の振動調整方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、角速度センサや加速度センサやフィルター等として用いられる共振素子およびその振動調整方法に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

図 9 (a) には本出願人が以前に提案した共振素子の斜視図が示され、また、図 9 (b) には上記図 9 (a) に示す I - I 部分の断面図が示されている。この図 9 (a) 、 (b) に示す共振素子は、従来のシリコンのマイクロマシニング技術等を利用して作製した微細素子の共振素子 1 であり、シリコンの固定基板 2 上に、窒化膜 3 を形成し、その上にポリシリコン膜 4 を形成し、これらの膜 3 , 4

をドライエッチング等により予め定めた設定パターンとしたものである。

【0003】

図9 (a)、(b) に示すように、上記固定基板2のX、Y平面方向の面である上面2aの上方には、該固定基板2から浮いた状態で振動子5が配置されており、この図9に示す共振素子1においては、この振動子5が平面振動体6として機能する。この振動子5は支持梁7を介してX方向の振動が可能に支持されており、各支持梁7の一端側は、固定部8を介して固定基板2に固定されている。

【0004】

振動子5の図の左右両側にはそれぞれ横方向(X方向)の外側に向かって可動側櫛歯電極10(10a, 10b)が形成されており、この櫛歯電極10と対向する位置には、横方向の内側に向かって固定側櫛歯電極11(11a, 11b)が上記可動側櫛歯電極10に間隔を介して噛み合う状態で配置されている。これら可動側櫛歯電極10と固定側櫛歯電極11は、それぞれ、図示しない導体パターンを介して外部の電極パッド(図示せず)に接続されて励振手段12を形成している。

【0005】

例えば、上記可動側櫛歯電極10a, 10bを設定の定電圧(例えば零V)の状態にして、固定側櫛歯電極11a, 11bにはそれぞれ互いに位相が 180° 異なる交流電圧を印加すると、可動側櫛歯電極10aと固定側櫛歯電極11a間と、可動側櫛歯電極10bと固定側櫛歯電極11b間とにそれぞれ逆向きの静電力が発生し、この静電力により振動子5は、X方向に励振振動するように構成されている。

【0006】

上記構成の共振素子1では、上記のように振動子5をX方向に励振振動させて、共振素子1をY軸を回転軸として回転させると、前記X、Y平面方向に直交するZ方向にコリオリ力が発生する。このコリオリ力が振動子5(平面振動体6)に加えられ、振動子5はコリオリ力の方向に振動する。このときの振動子5のコリオリ力による振動振幅の大きさに対応する電気信号を測定することで、例えば、回転の角速度の大きさを検知することができる。

【 0 0 0 7 】

なお、共振素子 1 を角速度センサとして適用する場合は、前記コリオリ力による振動子 5 の振動振幅の大きさに対応する電気信号を測定するための検出部が設けられる。

【 0 0 0 8 】

ところで、共振素子 1 を作製する場合、振動子 5（平面振動体 6）のコリオリ力の方向（Z 方向）の共振周波数を、予め設計段階で X 方向の共振周波数に設定して、振動子 5 の形状、寸法、重量等をその共振周波数になるように設計製作する。しかし、振動子 5 の形状、寸法、重量等は、シリコンのマイクロマシニング技術の加工精度により設計通りに作製されない場合が度々あり、振動子 5 の共振周波数が設計上の周波数からずれることが度々発生する。振動子 5 の振動が共振状態ならば、構造的に起因する Q（Quality Factor）の値により振幅が飛躍的に増幅されるが、周波数がずれると増幅が殆どされず、共振素子の感度を著しく低下するという問題がある。そのため、振動子 5 や支持梁 7 を、例えば、面倒な機械加工等によるトリミングを行い、振動子 5 の共振周波数を設計の設定周波数に調整する必要がある。

【 0 0 0 9 】

しかしながら、前記共振素子 1 はシリコンのマイクロマシニング技術を応用して作製した微細な素子である。このため、機械加工を利用して所望の共振周波数を得るために必要な微小のトリミング調整部分をトリミングしようとしても、面倒な機械加工では加工精度上から微細な平面振動体 6 や支持梁 7 を所望の寸法、形状、重量等に削り加工することは殆ど不可能である。したがって、平面振動体 6 の共振周波数を設定の値に調整することは極めて困難であった。

【 0 0 1 0 】

そこで、上記図 9 に示す提案の共振素子 1 においては、図 9（a）、（b）に示すように、固定基板 2 上の、振動子 5 と Z 方向に間隔を介して対向する位置に、静電引力 1 4 を付与する導電層 1 5 を設けている。この導電層 1 5 は、図 9（a）に示すように、導電パターン 1 6 を介して電極パッド 1 7 に接続されている。これら導電パターン 1 6 と電極パッド 1 7 を介して導電層 1 5 に印加する電圧

を制御することにより、振動子 5 の共振周波数を設定値に調整できるようにした。

【0 0 1 1】

つまり、導電層 1 5 に直流電圧を印加すると、振動子 5 に静電引力が作用し、これが静電的なバネとして振動子 5 に作用する。すなわち、振動子 5 が固定基板 2 に近づく方向に振動するときには振幅を増大させる方向に静電引力が作用するため、機械的なバネと反対方向の力を発生させる効果がある。これにより、結果的に振動子 5 の Z 方向の共振周波数を低下させる。この共振周波数の低下量は、印加する静電引力 1 4 の大きさに応じて変化するため、導電層 1 5 に印加する直流電圧の大きさを調整することで、振動子 5 の固有の共振周波数から低周波数側に共振周波数を微調整できる。

【0 0 1 2】

この効果を利用すると、振動子 5 の固有の Z 方向の共振周波数を最も高感度な共振周波数（つまり、X 方向の共振周波数と等しい周波数）よりも僅かに高く設計しておけば（言い換えれば励振手段 1 2 による振動子 5 の励振振動方向の共振周波数よりも Z 方向の共振周波数を高めに設計しておけば）、導電層 1 5 に印加する直流電圧の調整によって、振動子 5 を設定の共振周波数でもって共振させることができることとなる。

【0 0 1 3】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のように導電層 1 5 を設けて振動子 5 の共振周波数の調整を行ったのにも拘わらず、共振素子 1 のノイズ増大に起因して S/N 比が悪くなる等、特性が劣化する場合があった。

【0 0 1 4】

本発明者は、その特性劣化の原因を探ったところ、その原因が振動子 5 の振動状態にあることが分かった。図 8 (a)、(b) にはそれぞれ本発明者が実験により得た振動子 5 の X、Z 平面内での振動状態が図示されている。上記振動子 5 を X 方向に励振振動させたときに Y 軸回りの角速度がないときには、図 10 (c) に示すように振動子 5 は固定基板 2 の X、Y 平面方向の面 2 a に沿って水平に

X方向に励振振動して、図8（b）に示すように、Z方向のぶれが殆どない状態であることが望ましい。

【0015】

これに対して、振動子5が図10（a）や（b）に示すように振動して、図8（a）に示すように、振動子5の振動状態がコリオリ力の検出方向であるZ方向に大きくぶれている場合がある。このような場合に、共振素子1の特性が悪くなることが分かった。

【0016】

そこで、本発明者は、上記振動子5のZ方向のぶれが固定基板2の基板面に対する振動子5の傾きに因ることに着目し、上記振動子5の傾きを補正して振動子5のZ方向のぶれを抑制する励振ぶれ抑制手段を設けた共振素子1を様々に提案している。

【0017】

図6（a）には、その提案の共振素子1の一例が斜視図により示され、図6（b）には図6（a）のI-I部分の断面図が示されている。なお、図6（a）、（b）において、上記図9（a）、（b）の共振素子1と同一構成部分には同一符号を付してあり、その共通部分の重複説明は省略する。

【0018】

図6（a）、（b）に示す共振素子1において、固定基板2のX、Y平面方向の面には導電層20、21がX方向に間隔を介し、かつ、振動子5の図の左あるいは右の端縁部領域に間隔を介して対向するように配設されている。これら導電層20、21はそれぞれ導電パターン22、23を介して電極パッド24、25に導通接続されている。この図6に示す共振素子1では、上記導電層20、21により励振ぶれ抑制手段が構成されている。

【0019】

上記導電層20、21にそれぞれ導電パターン22、23と電極パッド24、25を介して個別に直流電圧を印加することにより、導電層20、21と振動子5間に静電引力26、27が発生する。上記導電層20、21への各印加直流電圧の調整により上記振動子5の左右の各静電引力26、27を調整することで、

振動子 5 の傾きを補正することができる。

【 0 0 2 0 】

具体的には、振動子 5 が図 6 (b) に示す点線 α のように右下がりに傾いているときには、導電層 2 1 に印加する直流電圧よりも大きな直流電圧を導電層 2 0 に印加する。これにより、導電層 2 0 に対向している振動子 5 の左端縁部領域に作用する静電引力 2 6 は導電層 2 1 に対向している振動子 5 の右端縁部領域に作用する静電引力 2 7 よりも大きくなるので、振動子 5 の左端縁部領域は右端縁部領域よりも強く基板 2 側に引っ張られることとなり、前記傾きが補正される。

【 0 0 2 1 】

また、振動子 5 が図 6 (b) に示す破線 β のように右上がりに傾いているときには、導電層 2 0 に印加する直流電圧よりも大きな直流電圧を導電層 2 1 に印加する。これにより、上記静電引力 2 7 は静電引力 2 6 よりも大きくなるので、振動子 5 の右端縁部領域は左端縁部領域よりも強く基板 2 側に引っ張られることとなり、前記傾きが補正される。

【 0 0 2 2 】

この図 6 に示す提案の共振素子 1 では、上記のような導電層 2 0, 2 1 を設けたことにより、振動子 5 の傾きを補正することができて振動子 5 の振動状態を改善することができる。

【 0 0 2 3 】

ところで、上記振動子 5 の傾きを補正するための最適な導電層 2 0, 2 1 への印加電圧を求めるために、本出願人は図 7 に示すような大掛かりな振動計測システム 3 0 を利用して、次に示すように振動子 5 の振動調整を行っていた。

【 0 0 2 4 】

例えば、試料載置台 3 1 上に共振素子 1 を設置して、前記固定側櫛歯電極 1 1 に交流電圧印加用の駆動手段 (図示せず) を導通接続すると共に、第 1 の DC バイアス印加手段 3 2 を電極パッド 2 4 と導電パターン 2 2 を介して前記導電層 2 0 に導通接続し、また同様に、第 2 の DC バイアス印加手段 3 3 を電極パッド 2 5 と導電パターン 2 3 を介して前記導電層 2 1 に導通接続する。

【 0 0 2 5 】

そして、上記駆動手段によって振動子 5 を励振振動させている状態で、レーザー変位計 3 4 からレーザー光 3 5 をその励振振動中の振動子 5 に照射する。その振動子 5 からの反射レーザー光を利用して振動子 5 の X 方向の変位状況と Z 方向の変位状況に応じた信号がそれぞれレーザー変位計 3 4 側からオシロスコープ 3 6 に向けて出力される。

【 0 0 2 6 】

そのオシロスコープ 3 6 の画面によって、X、Z 平面での振動子 5 の振動状況を見ることができ、振動調整作業者はそのオシロスコープ 3 6 の画面を見ながら、前記第 1 と第 2 の各 DC バイアス印加手段 3 2, 3 3 を制御して導電層 2 0, 2 1 への印加電圧の大きさをそれぞれ個別に変化させる。そして、オシロスコープ 3 6 の画面に映し出される振動子 5 の Z 方向のぶれが無くなる、あるいは、非常に小さく抑制することができる最適な導電層 2 0, 2 1 への印加電圧を求める。

【 0 0 2 7 】

このように、図 7 に示す振動計測システム 3 0 を利用した振動子 5 の振動調整が行われる。

【 0 0 2 8 】

上記のように導電層 2 0, 2 1 への最適な印加電圧を求めた後には、上記共振素子 1 は上記振動計測システム 3 0 の試料載置台 3 1 上から取り外され、例えば、所定のセンサ装置等に組み込まれる。図 6 に示すような導電層 2 0, 2 1 を備えた共振素子 1 が組み込まれるセンサ装置にはその導電層 2 0, 2 1 へそれぞれ個別に直流電圧を印加する手段が設けられており、上記求めた最適な電圧が導電層 2 0, 2 1 にそれぞれ加えられるように設定されることとなる。これにより、共振素子 1 の振動子 5 は Z 方向のぶれが無い理想的な X 方向の励振振動を行うことができ、共振素子 1 の特性を向上させることが可能となる。

【 0 0 2 9 】

しかしながら、上記最適な導電層 2 0, 2 1 への印加電圧を求めるのに、上記のような大掛かりな振動計測システム 3 0 が必要であり、多大な設備コストを要するという問題があった。また、上記したように、作業者がオシロスコープ 3 6

の画面を見ながら、第 1 と第 2 の各 DC バイアス印加手段 3 2, 3 3 をそれぞれ制御して導電層 2 0, 2 1 への最適な印加電圧を求めるという如く、手動による振動子 5 の振動調整手法であったので、その振動調整に時間が掛かり、調整コストが大きく掛かってしまうという問題があった。

【 0 0 3 0 】

さらに、上記の如く、オシロスコープ 3 6 の画面を作業者が見て、そのオシロスコープ 3 6 の画面に映し出される振動子 5 の X、Z 平面での振動状態（振動軌跡）に基づいて振動子 5 の振動調整が行われるので、調整の精度を向上させるのが難しいという問題がある。

【 0 0 3 1 】

さらに、上記のような振動調整手法では、振動計測システム 3 0 によって最適な導電層 2 0, 2 1 への印加電圧を求めた後には、共振素子 1 はその振動計測システム 3 0 の試料載置台 3 1 上から取り外されて、所定のセンサ装置内に組み込まれる。このため、振動計測システム 3 0 により最適な導電層 2 0, 2 1 への印加電圧を求めても、例えば、試料載置台 3 1 から取り外されてセンサ装置内に組み込む際に、共振素子 1 の支持梁 7 の応力が変化する等の事態が発生して、導電層 2 0, 2 1 への最適な印加電圧が変化してしまい、上記求めた印加電圧と異なってしまう場合がある。このような場合には、センサ装置内の共振素子 1 の振動子 5 を最適な状態で励振振動させることができなくなってしまうという問題が生じる。

【 0 0 3 2 】

さらに、そのように導電層 2 0, 2 1 への最適な印加電圧が変化してしまった場合には、共振素子 1 を再度上記振動計測システム 3 0 に設置して上記振動調整をやり直す必要があるが、非常に面倒であるし、共振素子 1 がセンサ装置内に組み込まれた後では、事実上、それは実行不可能である。

【 0 0 3 3 】

本発明は上記課題を解決するために成されたものであり、その第 1 の目的は、大掛かりな装置を用いずに、振動子（振動体）の X 方向の励振振動中における振動子の Z 方向のぶれを抑制するための振動子の振動調整を簡単に行うことを可能

にすることであり、第 2 の目的は、振動子の振動調整の自動化を容易にすることであり、第 3 の目的は、センサ装置内に組み込まれた状態で振動子の振動調整を行うことが可能な共振素子を提供することにある。

【 0 0 3 4 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、この発明は次に示す構成をもって前記課題を解決する手段としている。すなわち、第 1 の発明の共振素子は、X、Y、Z 直交三次元の X 方向と Z 方向に振動可能な振動体と、該振動体を X 方向に励振振動させる励振手段とを有した共振素子において、上記振動体の X 方向の励振振動中における振動体の Z 方向のぶれを検出する励振ぶれ検出手段と、上記振動体の Z 方向のぶれを抑制する励振ぶれ抑制手段とが設けられている構成をもって前記課題を解決する手段としている。

【 0 0 3 5 】

第 2 の発明の共振素子は、前記第 1 の発明の構成を備え、コリオリ力による振動体の Z 方向の振動に基づいて Y 軸回りの角速度を検出する角速度センサと成し、この角速度センサには振動体の Z 方向の振動を検出する Z 方向振動検出手段が設けられており、この Z 方向振動検出手段が励振ぶれ検出手段を兼用していることを特徴として構成されている。

【 0 0 3 6 】

第 3 の発明の共振素子は、上記第 1 又は第 2 の発明を備え、励振ぶれ検出手段は、振動体の Z 方向の振動に応じた該振動体に対する静電容量の変化を検出する検出電極により構成されており、振動体の X 方向の励振振動中における上記検出電極の検出静電容量の変動を振動体の Z 方向のぶれとして検出することを特徴として構成されている。

【 0 0 3 7 】

第 4 の発明の共振素子は、上記第 1 又は第 2 又は第 3 の発明の構成を備え、振動体は、固定基板の X、Y 平面方向の面に対向配置され、支持梁を介して上記固定基板に X 方向に振動可能に支持されている平面振動体と成していることを特徴として構成されている。

【 0 0 3 8 】

第 5 の発明の共振素子の振動調整方法は、X、Y、Z 直交三次元の X 方向と Z 方向に振動可能な振動体と、該振動体を X 方向に励振振動させる励振手段とを有した共振素子の振動調整方法であって、上記振動体の Z 方向の振動に応じた該振動体に対する静電容量の変化を検出する検出電極を設けると共に、振動体に静電引力を付与し該静電引力によって振動体の X 方向の励振振動中における振動体の Z 方向のぶれを抑制する励振ぶれ抑制手段を設け、上記励振手段により振動体を X 方向に励振振動させているときに上記検出電極の検出静電容量の変動を上記振動体の Z 方向のぶれとして検出して、上記励振ぶれ抑制手段により振動体に付与する静電引力を上記検出電極の検出静電容量の変動を解消する方向に制御することを特徴として構成されている。

【 0 0 3 9 】

第 6 の発明の共振素子の振動調整方法は、上記第 5 の発明の構成を備え、検出電極の検出静電容量を電圧に変換して、振動体の X 方向の励振振動中における振動体の Z 方向のぶれを電圧変化により検出することを特徴として構成されている。

【 0 0 4 0 】

第 7 の発明の共振素子の振動調整方法は、上記第 6 の発明の構成を備え、FET を備えた容量－電圧変換手段を用いて検出電極の検出静電容量を電圧に変換することを特徴として構成されている。

【 0 0 4 1 】

第 8 の発明の共振素子の振動調整方法は、上記第 5 又は第 6 又は第 7 の発明の構成を備え、共振素子はコリオリ力による振動体の Z 方向の振動に基づいて Y 軸回りの角速度を検出する角速度センサと成し、この角速度センサには上記振動体の Z 方向の振動を静電容量変化を利用して検出する Z 方向振動検出手段が設けられており、この角速度センサが組み込まれるセンサ装置には上記検出電極の検出静電容量を電圧に変換する容量－電圧変換手段が設けられており、上記 Z 方向振動検出手段を励振ぶれ検出手段として兼用し、また、上記容量－電圧変換手段を励振ぶれ検出用の容量－電圧変換手段として兼用することを特徴として構成され

ている。

【0 0 4 2】

上記構成の発明において、共振素子に励振ぶれ検出手段および励振ぶれ抑制手段を設け、共振素子の振動体の振動調整を行う際には、上記励振ぶれ検出手段により、振動体のX方向の励振振動中におけるZ方向のぶれを検出して、Z方向のぶれが無くなる方向に励振ぶれ抑制手段を調整する。これにより、振動体のX方向の励振振動中におけるZ方向のぶれを抑制することができ、振動体を理想的にX方向に励振振動させることが可能となる。これにより、上記振動体のZ方向のぶれに起因した共振素子の特性劣化問題を回避することができる。

【0 0 4 3】

共振素子自体に励振ぶれ検出手段を設けたので、前記したような振動体の振動状況を計測するための大掛かりな設備が不要となり、設備コストの低下を図ることができる。

【0 0 4 4】

また、共振素子をセンサ装置内に組み込んだ状態で、共振素子の振動体の振動調整を行うことが可能となるので、前記したような問題、つまり、振動体の振動調整を行ったのにも拘わらず、例えば、共振素子をセンサ装置内に組み込む際に、振動体を支持している支持梁の応力が変化する等の事態が発生して、センサ装置内の共振素子の振動体を理想的に励振振動させることができないという問題を防止することができる。

【0 0 4 5】

【発明の実施の形態】

以下に、この発明に係る実施形態例を図面に基づいて説明する。

【0 0 4 6】

図1にはこの発明に係る共振素子の一実施形態例がその特徴的な共振素子の振動調整システムと共に示されている。なお、この実施形態例の説明において、前記提案例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

【0 0 4 7】

この図 1 に示す共振素子 1 は加速度センサや角速度センサや圧力センサやフィルタ等として用いることが可能なものであり、前記図 6 に示す提案例の共振素子とはほぼ同様な構成を備えているが、この実施形態例において特徴的なことは、励振ぶれ検出手段である検出電極 4 0 が平面振動体である振動子 5 に間隔を介して固定基板 2 の上面 2 a に対向配置されていることである。

【 0 0 4 8 】

この実施形態例に示す振動子 5 はポリシリコンにより構成されて導電性を有するものであるから、上記検出電極 4 0 を形成することによって、固定基板 2 の上面 2 a と振動子 5 の間隔変化、つまり、振動子 5 の Z 方向の振動（ぶれ）を静電容量変化として検出電極 4 0 から検出することができる。

【 0 0 4 9 】

なお、共振素子 1 が角速度センサとして用いられる場合には、コリオリ力による振動子 5 の Z 方向の振動振幅を検出するために、Z 方向振動検出手段として、例えば、上記同様の検出電極 4 0 が固定基板 2 の上面 2 a に形成される。このような場合には、その Z 方向振動検出手段（検出電極 4 0）が励振ぶれ検出手段としての機能を兼用することとなる。

【 0 0 5 0 】

図 1 に示す本実施形態例において特徴的な振動調整システムは上記励振ぶれ検出手段（検出電極 4 0）を備えた共振素子 1 の振動調整を行うものであり、第 1 の直流電圧印加手段 4 1 と第 2 の直流電圧印加手段 4 2 と容量－電圧変換手段 4 3 とアンプ 4 4 と駆動手段 4 5 を有して構成されている。

【 0 0 5 1 】

上記第 1 と第 2 の各直流電圧印加手段 4 1，4 2 はそれぞれ導電層 2 0，2 1 に導通接続されて、対応する各導電層 2 0，2 1 に直流電圧を印加すると共に、その印加する直流電圧の大きさを変化させることができる機能を備えている。

【 0 0 5 2 】

容量－電圧変換手段 4 3 は F E T 4 6 とソース抵抗体 4 7 を有して構成されている。図 1 に示すように、上記 F E T 4 6 のゲート側が共振素子 1 の上記検出電極 4 0 に導通接続され、F E T 4 6 のソース側にソース抵抗体 4 7 の一端側が接

続され、ソース抵抗体 4 7 の他端側は接地されている。

【 0 0 5 3 】

この容量－電圧変換手段 4 3 では、振動子 5 と検出電極 4 0 間の静電容量に応じた電圧が上記 F E T 4 6 のソース側とソース抵抗体 4 7 との接続部 P に発生する。換言すれば、容量－電圧変換手段 4 3 は、振動子 5 と検出電極 4 0 間の静電容量を電圧に変換して上記接続部（出力部）P から出力する。この容量－電圧変換手段 4 3 の出力部 P にはアンプ 4 4 が接続されており、このアンプ 4 4 は上記容量－電圧変換手段 4 3 の出力部 P から出力された振動子 5 と検出電極 4 0 間の静電容量に応じた電圧を増幅して出力する。

【 0 0 5 4 】

この実施形態例に示す振動調整システムでは、上記のように、容量－電圧変換手段 4 3 が設けられて、検出電極 4 0 の検出静電容量を電圧に変換・出力することができるので、振動子 5 の Z 方向の振動（ぶれ）を電圧変化により検出することができる。

【 0 0 5 5 】

駆動手段 4 5 は交流電源 4 8 と位相反転部 4 9 を有して構成されており、共振素子 1 の固定側櫛歯電極 1 1 a, 1 1 b の一方が直接的に上記交流電源 4 8 に導通接続され、他方が交流電源 4 8 に位相反転部 4 9 を介して導通接続されている。この駆動手段 4 5 によって、共振素子 1 の各固定側櫛歯電極 1 1 a, 1 1 b にはそれぞれ互いに位相が 180° 異なる交流電圧が印加されて振動子 5 を X 方向に励振振動させることができる。

【 0 0 5 6 】

この図 1 に示す共振素子 1 および振動調整システムは上記のように構成されている。以下に、この実施形態例において特徴的な振動調整システムを利用した共振素子 1 の振動調整方法の一例を簡単に説明する。例えば、まず、共振素子 1 を上記振動調整システムに組み込むと共に、図 1 に示すアンプ 4 4 の出力側にオシロスコープ（図示せず）を導通接続する。そして、上記駆動手段 4 5 によって振動子 5 を X 方向に励振振動させて、上記オシロスコープの画面によってアンプ 4 4 から出力された電圧の波形を見る。

【 0 0 5 7 】

振動子 5 の励振振動中に Y 軸回りの角速度が加わっていないのにも拘わらず、上記オシロスコープによって、振動子 5 の X 方向の励振振動に応じて変化する図 2 の実線 A に示すような電圧波形が見られる場合がある。

【 0 0 5 8 】

このような場合には、振動子 5 の励振振動中に Z 方向のぶれが生じていることから、振動子 5 の振動調整を行う。例えば、上記オシロスコープの画面に映し出される電圧波形を見ながら、第 1 の直流電圧印加手段 4 1 あるいは第 2 の直流電圧印加手段 4 2 を制御して導電層 2 0, 2 1 に印加する直流電圧を変化させる。そして、上記オシロスコープの電圧波形が図 2 の点線 B に示すような振動振幅が殆ど見られず一定の電圧に収束した波形となる時（つまり、検出電極 4 0 の検出静電容量の変動が無くなる、あるいは、殆ど解消されるとき）の導電層 2 0, 2 1 への印加電圧を振動子 5 の振動調整に最適な電圧として検出する。

【 0 0 5 9 】

具体的には、上記オシロスコープの画面に図 2 の実線 A のような電圧波形が示されている場合には、例えば、上記共振素子 1 の導電層 2 0 を一定の電圧（例えば零ボルト）に維持した状態で、上記オシロスコープに示される電圧波形を見ながら、第 2 の直流電圧印加手段 4 2 を可変制御して導電層 2 1 への印加電圧を変化させていく。そして、オシロスコープに示される電圧波形が図 2 の点線 B に示すような振幅が殆ど見られない波形に収束したときの電圧を導電層 2 1 への最適な印加電圧として検出する。この検出された導電層 2 1 への最適な印加電圧と、上記導電層 2 0 の固定の電圧（例えば零ボルト）とが振動子 5 の振動調整に最適な電圧として検出される。

【 0 0 6 0 】

もちろん、上記とは逆に、導電層 2 1 を一定の電圧（例えば、零ボルト）に維持した状態で、導電層 2 0 への印加電圧を変化させていき、オシロスコープに示される電圧波形が図 2 の点線 B に示すような殆ど振幅が見られない波形に収束したときの電圧を導電層 2 0 への最適な印加電圧として検出して、振動子 5 の振動調整に最適な電圧を検出するようにしてもよい。また、上記導電層 2 0, 2 1 へ

の各印加電圧をそれぞれ個別に可変制御していき、各導電層 2 0, 2 1 への最適な印加電圧を求めて、振動子 5 の振動調整に最適な電圧を検出するようにしてもよい。

【 0 0 6 1 】

上記のように、各導電層 2 0, 2 1 への印加電圧を制御して振動子 5 の振動調整を行うことによって、Z 方向のぶれが殆ど無い状態で振動子 5 を理想的に X 方向に励振振動させることができる。

【 0 0 6 2 】

この効果は本発明者の実験により確認されている。その実験とは、この実施形態例において特徴的な構成を備えた共振素子 1 を図 1 に示す振動調整システムに組み込み、上記共振素子 1 の導電層 2 0 を一定の電圧（例えば零ボルト）に固定した状態で、上記導電層 2 1 への印加電圧 V_{21} を変化させていくに従って、上記容量－電圧変換手段 4 3 の出力部 P から出力される電圧波形の振幅がどのように変化するのかを調べた。

【 0 0 6 3 】

図 3 にはその実験結果がグラフにより表されている。図 3 では、横軸に導電層 2 1 への印加電圧が示され、縦軸に容量－電圧変換手段 4 3 の出力部 P から出力される電圧波形の振幅が示されている。なお、上記実験では、共振素子 1 の検出電極 4 0 は $0.5 \times 0.5 \text{ mm}$ の大きさを有し、この検出電極 4 0 と上記振動子 5 間の間隔は $2 \mu\text{m}$ である。また、振動子 5 を 7.623 kHz でもって X 方向に励振振動させている。

【 0 0 6 4 】

図 3 に示すように、導電層 2 1 への印加電圧 V_{21} を変化させていくに従って、容量－電圧変換手段 4 3 の出力部 P から出力される電圧波形の振幅は変化し、図 3 に示す点 Q（上記印加電圧 V_{21} は 9.34 V ）において、その出力部 P における電圧波形の振幅は最も小さく抑制されている。このときの振動子 5 の X、Z 平面内での動きを調べたところ、振動子 5 は図 8（b）に示すような軌跡を示した。つまり、振動子 5 は Z 方向のぶれが殆ど無く、図 10（c）に示すように固定基板 2 の X、Y 平面方向の面に沿って水平に X 方向に励振振動していた。

【 0 0 6 5 】

この実験の結果にも示されているように、検出電極 4 0 から検出される静電容量の変動が解消されるように振動子 5 の振動調整を行うことによって、振動子 5 を理想的に X 方向に励振振動させることが可能となる。

【 0 0 6 6 】

ところで、図 4 には角速度センサである共振素子 1 を組み込んだセンサ装置 5 0 の主要な回路構成の一例が示されている。このセンサ装置 5 0 においては、駆動手段 4 5 によって、共振素子 1 の固定側櫛歯電極 1 1 a, 1 1 b にそれぞれ互いに 180° 位相が異なる交流電圧を印加して振動子 5 を X 方向に励振振動させる。この振動子 5 の励振振動中に、Y 軸回りの角速度に起因したコリオリ力によって振動子 5 が Z 方向に検出振動すると、その振動子 5 の Z 方向の検出振動に応じた振動子 5 に対する静電容量の変化が検出電極 4 0 から出力され、容量－電圧変換手段 4 3 によって、その静電容量が電圧に変換される。そして、その変換後の電圧がアンプ 4 4 によって増幅されて B P F (バンドパスフィルタ) 5 1 および位相シフタ部 5 2 を介して位相検波部 5 3 に加えられる。

【 0 0 6 7 】

この位相検波部 5 3 は交流電源 4 8 から出力された交流電圧を参照信号として取り込み、該参照信号を利用して位相シフタ部 5 2 から加えられた電圧を位相検波する。この位相検波により得られた信号は L P F (ローパスフィルタ) およびアンプ 5 5 を介して Y 軸回りの角速度検出信号として出力される。

【 0 0 6 8 】

上記角速度センサの装置 5 0 は、図 4 に示すように、第 1 と第 2 の各交流電圧印加手段 4 1, 4 2 と容量－電圧変換手段 4 3 とアンプ 4 4 と駆動手段 4 5 とを内蔵している。それらにより、図 1 に示す振動調整システムを構成することが可能であることから、角速度センサである共振素子 1 の振動調整を行う際には、その共振素子 1 をセンサ装置 5 0 内に組み込んだ後に、センサ装置 5 0 の上記第 1 と第 2 の各交流電圧印加手段 4 1, 4 2 と容量－電圧変換手段 4 3 とアンプ 4 4 と駆動手段 4 5 とを振動調整用として利用して共振素子 1 の振動調整を行うことが可能である。

【 0 0 6 9 】

この実施形態例によれば、共振素子 1 に励振ぶれ検出手段である検出電極 4 0 を設け、この検出電極 4 0 によって、静電容量変化を利用して振動子 5 の Z 方向のぶれを検出する構成としたので、図 7 に示すような大掛かりな振動計測システムを用いずに、図 1 に示すような簡単な振動調整システムによって、振動子 5 の振動調整を行うことが可能となる。

【 0 0 7 0 】

また、振動子 5 の振動調整を簡単に行うことができることとなるので、振動子 5 の振動調整に要する時間の短縮を図ることができ、調整コストの低減を図ることができる。さらに、振動子 5 の Z 方向のぶれを静電容量変化を利用して検出する構成であるので、前記したようなレーザ光を利用して振動子 5 の Z 方向のぶれを検出する場合に比べて、振動子 5 の Z 方向のぶれを格段に精度良く検出することができ、振動子 5 の振動調整の精度を向上させることができる。

【 0 0 7 1 】

さらに、この実施形態例において特徴的な振動調整システムは、簡単な構成である上に、上記のように、振動子 5 の Z 方向のぶれを静電容量変化を利用して検出し、その検出静電容量を電圧に変換して上記静電容量変化を電圧変化により検出する構成を備えているので、その振動子 5 の Z 方向のぶれに応じた電圧変化を利用して前記導電層 2 0, 2 1 への最適な印加電圧を求める振動調整の自動化を図ることが容易となる。

【 0 0 7 2 】

さらに、角速度センサにあっては、コリオリ力による振動子 5 の Z 方向の振動を検出するための Z 方向振動検出手段（検出電極 4 0）が設けられているので、その Z 方向振動検出手段を振動調整用の励振ぶれ検出手段として兼用させることができる。これにより、角速度センサの設計変更を行うことなく、上記したように、簡単、かつ、精度良く振動調整を行うことができることとなる。

【 0 0 7 3 】

しかも、角速度センサである共振素子 1 が組み込まれるセンサ装置 5 0 内には、図 1 に示す振動調整システムを構成する主要な構成部が内蔵されているので、

角速度センサをセンサ装置 5 0 内で組み込んだ状態で、角速度センサの振動調整を行うことができる。このことにより、次に示す問題を防止できる。つまり、振動調整を行ったのにも拘わらず、角速度センサをセンサ装置 5 0 内に組み込む際に、例えば振動子 5 の支持梁 7 の応力が変化してしまって導電層 2 0, 2 1 への最適な印加電圧が変化して、角速度センサの振動子 5 を Z 方向のぶれなく適切に励振振動させることができなくなってしまうという問題発生を抑制することができる。

【 0 0 7 4 】

なお、この発明は上記実施形態例に限定されるものではなく、様々な実施の形態を採り得る。例えば、上記実施形態例では、検出電極 4 0 は固定基板 2 に設けられていたが、例えば、振動子 5 の上側を間隔を介して覆う蓋部材が設けられる場合には、その蓋部材における振動子 5 の対向領域に検出電極 4 0 を配設させてもよい。また、固定基板 2 と上記蓋部材の両方に検出電極 4 0 を設けてもよい。さらに、導電層 2 0, 2 1 に関しても同様であり、固定基板 2 ではなく、上記蓋部材に設けてもよいし、固定基板 2 と蓋部材の両方に設けてもよい。

【 0 0 7 5 】

さらに、検出電極 4 0 は振動子 5 の中央領域に間隔を介して対向配置されていたが、例えば、振動子 5 における X 方向に間隔を介した左右両端縁部領域にそれぞれ対向させて検出電極 4 0 を設けてもよい。

【 0 0 7 6 】

さらに、共振素子 1 の形態は上記実施形態例に示す形態に限定されるものではなく、本発明は、様々な形態の共振素子 1 に適用することができるものである。例えば、本発明は、図 5 に示すような共振素子 1 にも適用することができる。図 5 (a)、(b)において、ガラスの固定基板 2 の X、Y 平面方向の面である上面 2 a にはキャビテ（凹部）5 7 が形成されている。このキャビテ 5 7 の底面 5 7 a は上記上面 2 a と同様に X、Y 平面方向の面と成しており、この底面 5 7 a に Z 方向に間隔を介して平面振動体 6 が対向配置されている。

【 0 0 7 7 】

この図 5 に示す平面振動体 6 は枠体 6 0 の内側におもり 9 が 4 本の連結梁（検

出梁) 6 1 によって連結されて成る結合体である。上記おもり 9 は四角形状と成し、上記各連結梁 6 1 は L 字形状と成しており、上記おもり 9 の四隅部にはそれぞれ上記連結梁 6 1 における L 字形状の短辺 6 2 の先端側が連通接続されている。各連結梁 6 1 における L 字形状の長辺 6 3 は上記短辺 6 2 側から枠体 6 0 の辺に沿って間隔を介し伸長形成され、各連結梁 6 1 の長辺 6 3 の伸長先端側はそれぞれ枠体 6 0 の隅部に連通接続されている。

【 0 0 7 8 】

上記のような平面振動体 6 を囲むように複数 (図 5 では 4 個) の固定部 8 が間隔を介して固定基板 2 上に固定配設されており、上記平面振動体 6 は各固定部 8 に鉤爪形状の支持梁 (駆動梁) 7 を介して X 方向に振動可能に支持固定されている。

【 0 0 7 9 】

上記平面振動体 6 の図の左右両側にはそれぞれ X 方向の外側に向けて可動側櫛歯電極 1 0 (1 0 a, 1 0 b) が設けられており、また、この可動側櫛歯電極 1 0 と間隔を介して噛み合うように固定側櫛歯電極 1 1 (1 1 a, 1 1 b) が固定部 6 4 から伸長形成されている。これら可動側櫛歯電極 1 0 と固定側櫛歯電極 1 1 によって励振手段が構成されている。

【 0 0 8 0 】

図 5 に示す共振素子 1 は上記のように構成されており、このような共振素子 1 においても、前記同様に、おもり 9 (平面振動体 6) の Z 方向のぶれを抑制する励振ぶれ抑制手段である導電層 2 0, 2 1 を設けると共に、おもり 9 の Z 方向のぶれを検出する励振ぶれ検出手段である検出電極 4 0 を設けて、上記実施形態例と同様に振動調整を行うことによって、おもり 9 (平面振動体 6) を X 方向に理想的に励振振動させることができる。

【 0 0 8 1 】

【発明の効果】

この発明によれば、共振素子に励振ぶれ抑制手段を設けると共に、共振素子自体に励振ぶれ検出手段を設けたので、共振素子の振動体の振動状態を検出する大掛かりな装置を用いることなく、振動体の X 方向の励振振動中における振動体の

Z方向のぶれを検出することができて、上記励振ぶれ抑制手段により上記振動体のZ方向のぶれを抑制することができる。これにより、振動体をZ方向のぶれなく理想的にX方向に励振振動させることが可能となるので、共振素子の特性を向上させることが容易となる。

【0082】

共振素子が角速度センサと成しているものにあつては、角速度センサのZ方向振動検出手段を励振ぶれ検出手段として兼用させることが可能であることから、大きな設計変更を行うことなく、特性の良い共振素子を提供することができる。

【0083】

励振ぶれ検出手段は、振動体のZ方向の振動に応じた該振動体に対する静電容量の変化を検出する検出電極により構成されているものにあつては、非常に簡単な構成で、精度良く振動体のZ方向のぶれを検出することができるので、振動体のX方向の励振振動中におけるZ方向のぶれをより一層確実に抑制することができることとなり、より特性に優れた共振素子を提供することができる。

【0084】

振動体は、固定基板のX、Y平面方向の面に対向配置され、上記固定基板にX方向に振動可能に支持されている平面振動体であるものにあつては、振動体のX方向の励振振動中におけるZ方向のぶれが共振素子の特性に対して与える悪影響が大きいので、上記のような本発明において特徴的な構成を設けることは非常に有効である。

【0085】

振動体のZ方向の振動に応じた該振動体に対する静電容量の変化を検出する検出電極を設け、また、振動体に静電引力を付与し該静電引力によって振動体のX方向の励振振動中におけるZ方向のぶれを抑制する励振ぶれ抑制手段を設けて、振動体のX方向の励振振動中に、上記検出電極の検出静電容量を振動体のZ方向のぶれとして検出して、上記励振ぶれ抑制手段により振動体に付与する静電引力を上記検出電極の検出静電容量の変動を解消する方向に制御する共振素子の振動調整方法にあつては、上記の如く、非常に簡単な構成でもって、精度良く振動体のZ方向のぶれを検出することができるので、大掛かりな装置を用いずに、振動

体の振動調整を行うことができ、多大な設備コストが不要であり、調整コストの低減を図ることができる。また、上記のように、精度良く振動体のZ方向のぶれを検出することができるので、振動体の振動調整の精度を向上させることが容易である。

【0086】

また、FETを備えた容量－電圧変換手段等を利用して、検出電極の検出静電容量を電圧に変換して、振動体のZ方向のぶれを電圧変化により検出するものにあつては、振動体の振動調整の精度をより一層高めることが可能であるし、振動体の振動調整をより簡単に行うことができ、これにより、振動体の振動調整に要する時間の短縮を図ることができる。

【0087】

共振素子が角速度センサと成し、この角速度センサが組み込まれるセンサ装置に内蔵されているZ方向振動検出手段と容量－電圧変換手段を振動調整用として兼用するものにあつては、角速度センサをセンサ装置内に組み込んだ状態で角速度センサの振動体の振動調整を行うことができるので、次に示す問題を防止することができる。つまり、振動調整後におけるセンサ装置内への組み込み作業によって、振動体のZ方向のぶれの状況が振動調整時と異なつてしまい、振動調整を行ったのにも拘わらず、振動体のX方向の励振振動中にZ方向のぶれが生じてしまうという問題を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る共振素子の一実施形態例を特有な振動調整システムの主要構成と共に示す説明図である。

【図2】

振動子と検出電極間の静電容量に応じた電圧の波形例を示すグラフである。

【図3】

導電層への印加電圧の変化による振動子と検出電極間の静電容量に応じた電圧の振幅変動の一例を示すグラフである。

【図4】

角速度センサとしての共振素子が組み込まれるセンサ装置の主要な回路構成の一例を示す説明図である。

【図 5】

共振素子のその他の実施形態例を示す説明図である。

【図 6】

共振素子の提案例を示す説明図である。

【図 7】

出願人が用いている提案の共振素子の振動調整を行うシステムの一例を示すモデル図である。

【図 8】

X、Z 平面での振動体の振動状態の例を示す説明図である。

【図 9】

共振素子のその他の提案例を示す説明図である。

【図 1 0】

X、Z 平面での振動体の動きを説明するための図である。

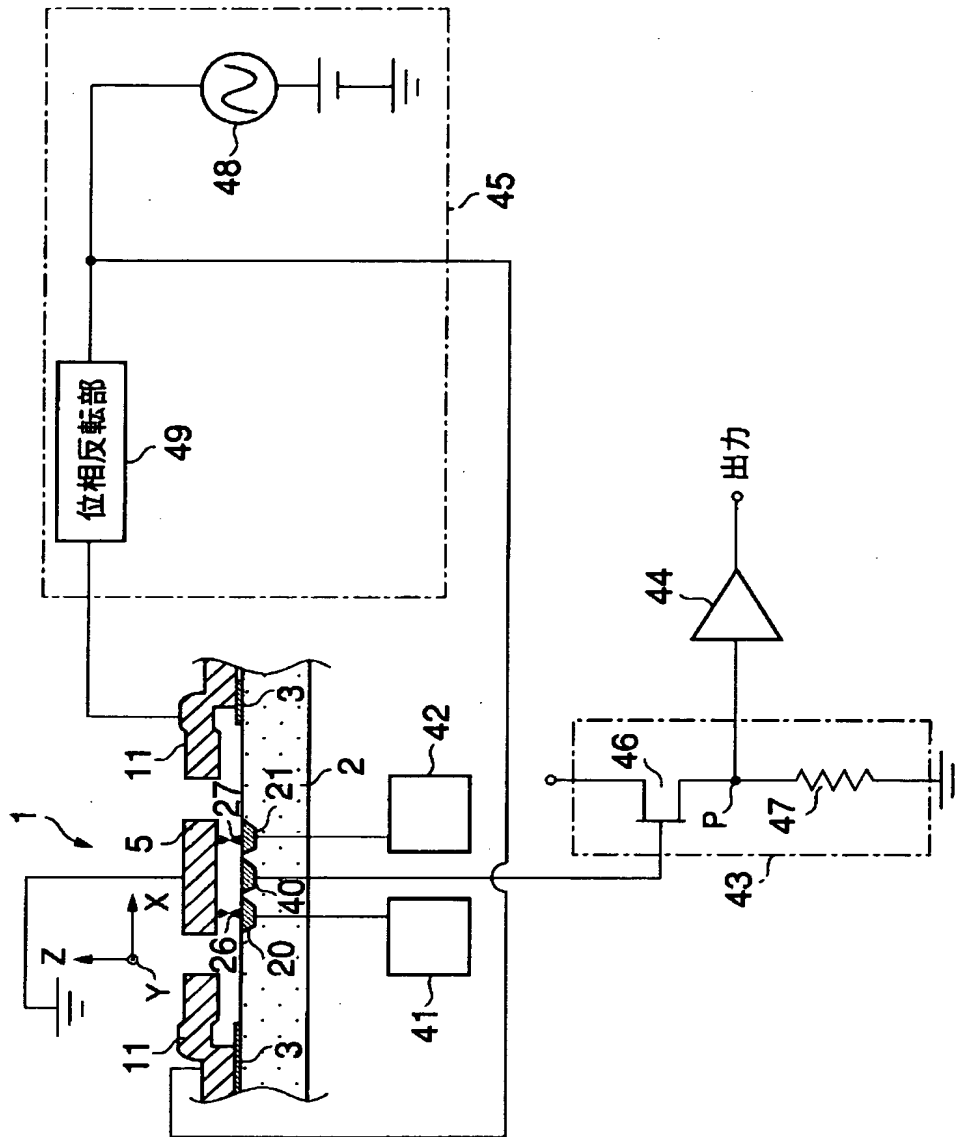
【符号の説明】

- 1 共振素子
- 2 固定基板
- 5 振動子
- 7 支持梁
- 9 おもり
- 1 0 可動側櫛歯電極
- 1 1 固定側櫛歯電極
- 2 0, 2 1 導電層
- 4 0 検出電極
- 4 1 第 1 の直流電圧印加手段
- 4 2 第 2 の直流電圧印加手段
- 4 3 容量－電圧変換手段
- 4 6 F E T

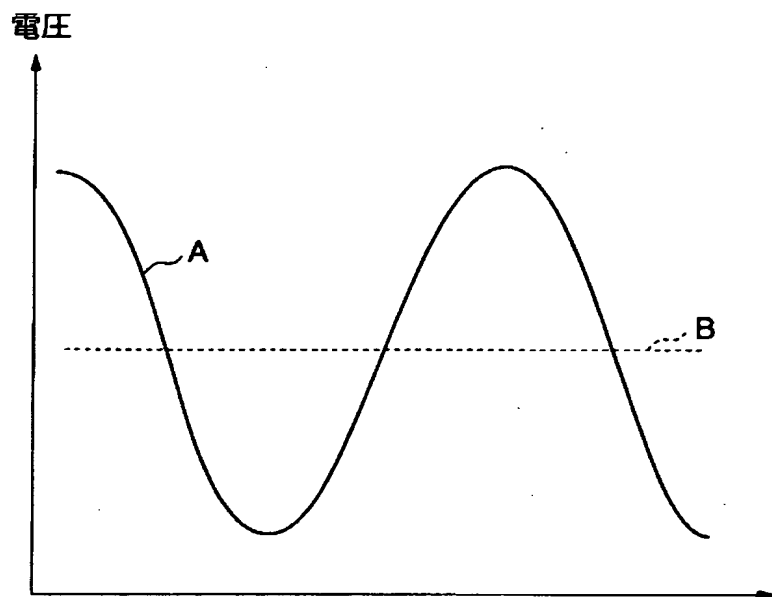
5 0 センサ装置

【書類名】 図面

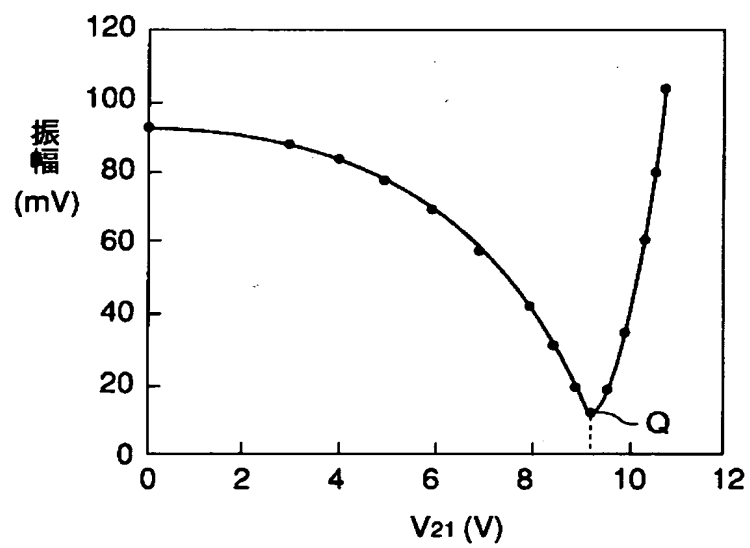
【図 1】



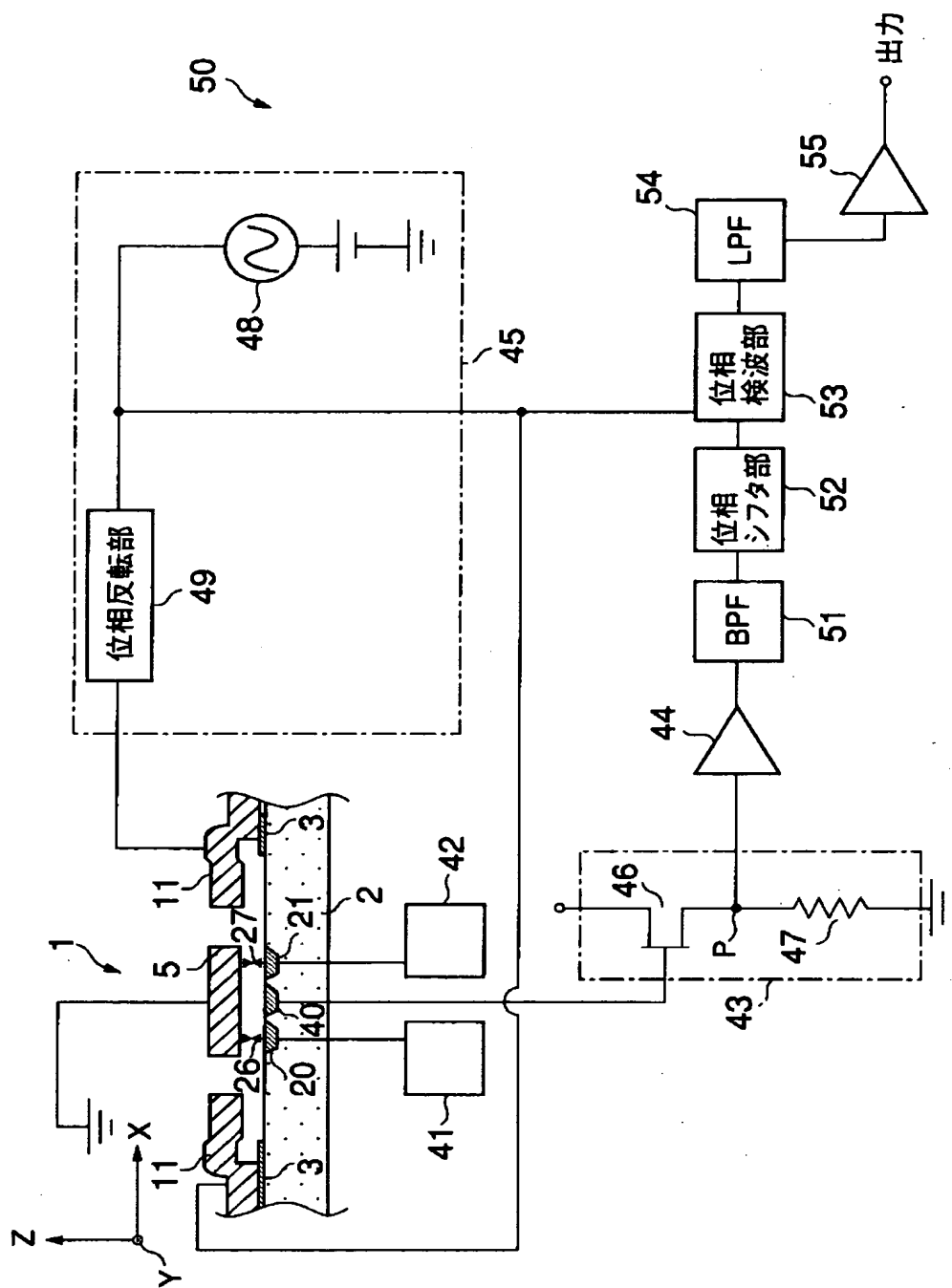
【図 2】



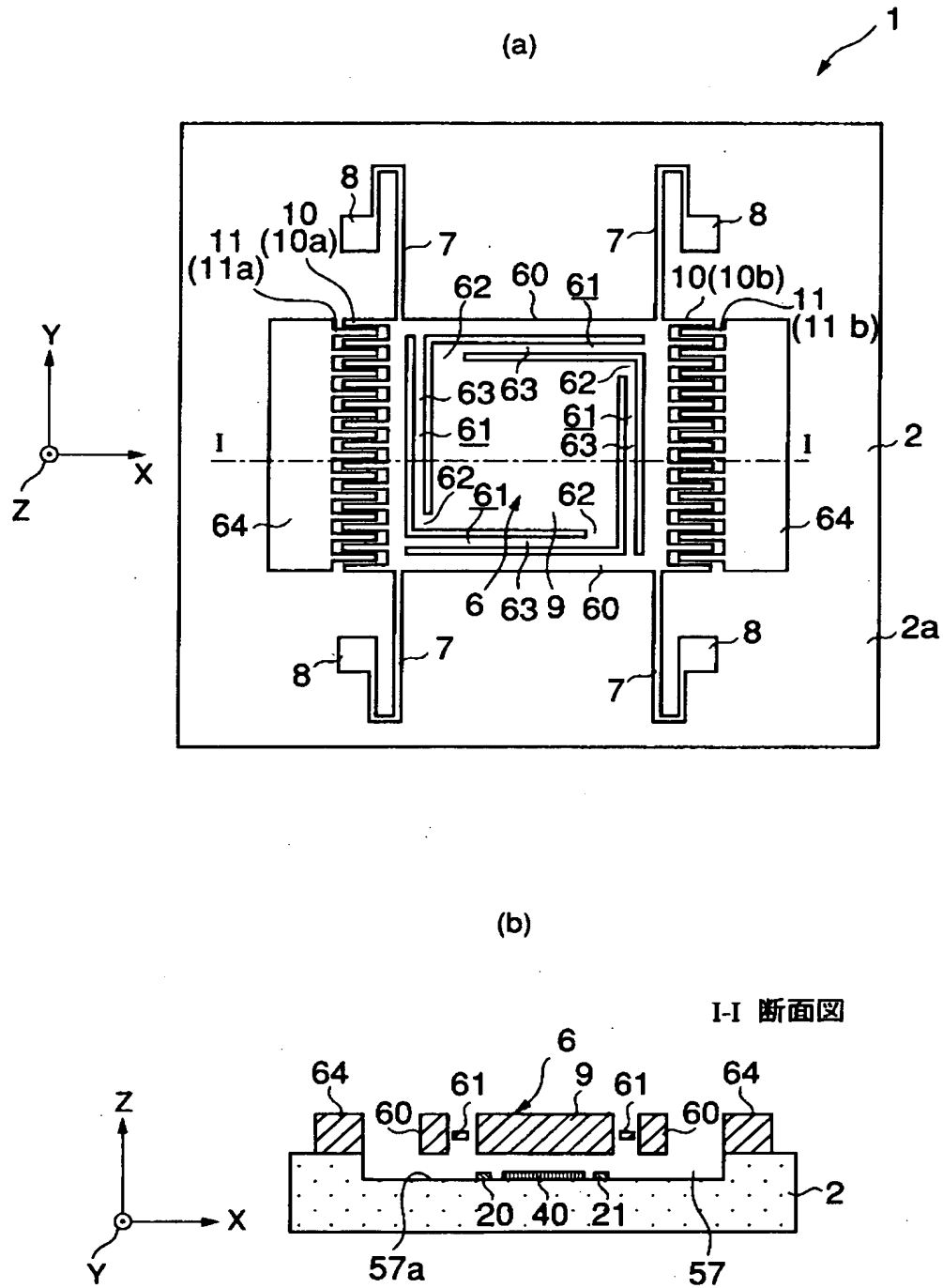
【図 3】



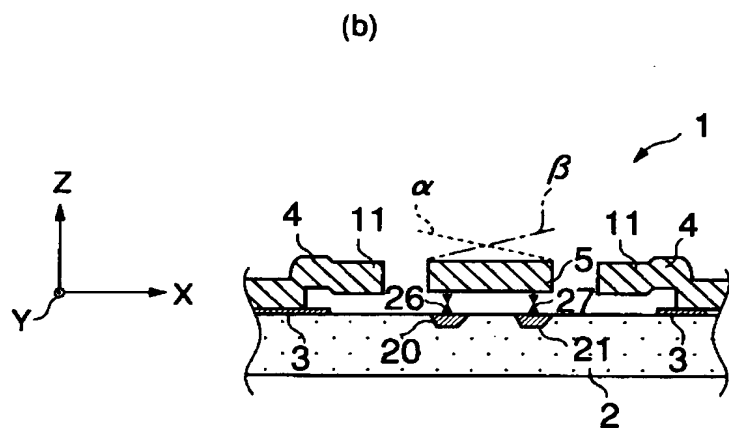
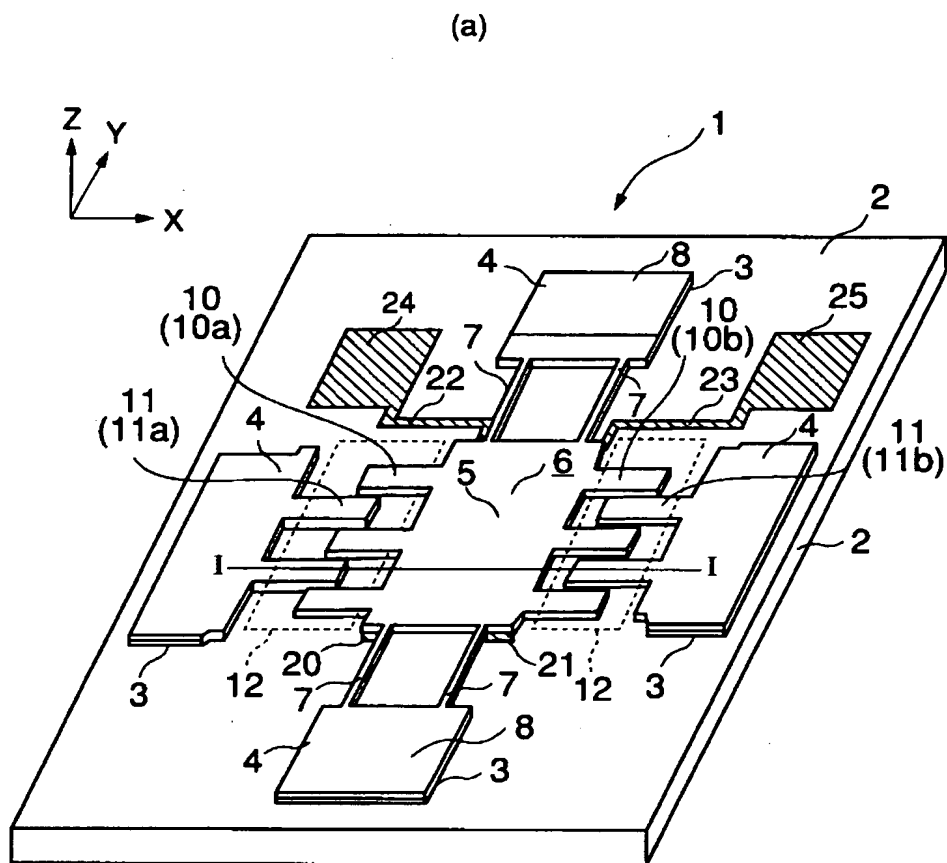
【図 4】



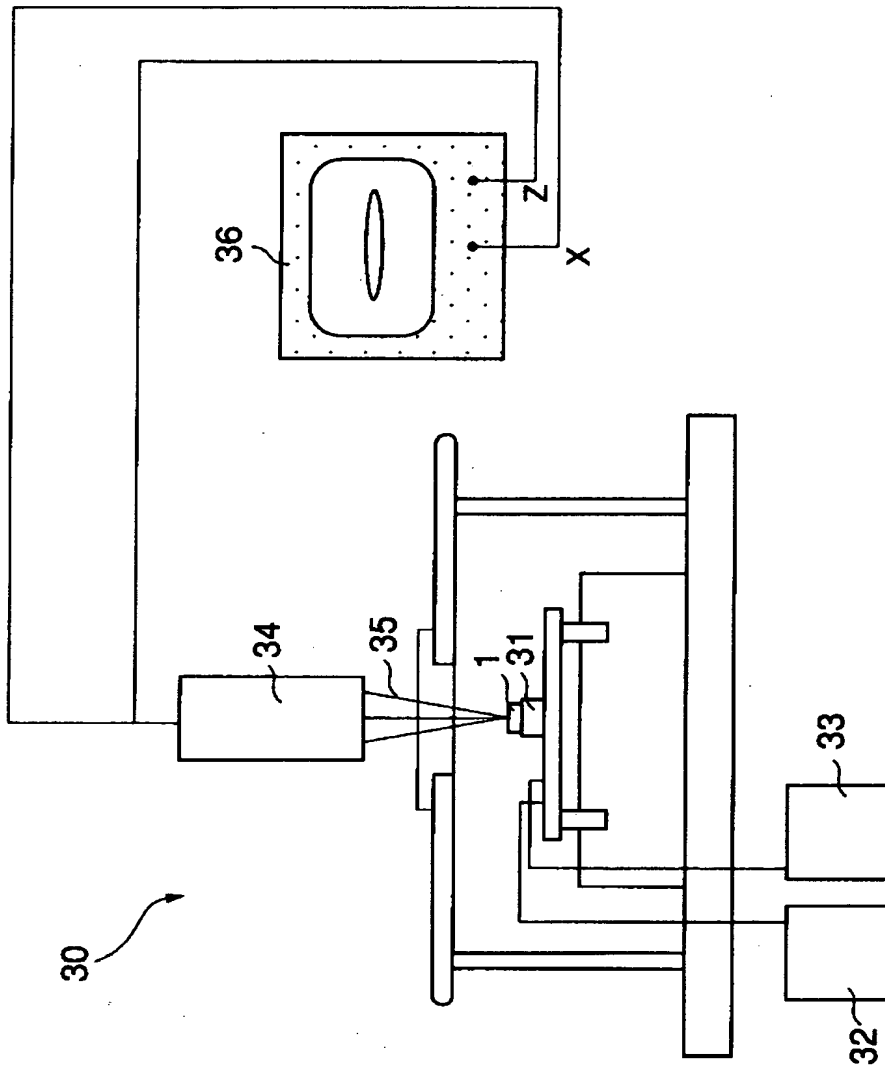
【図 5】



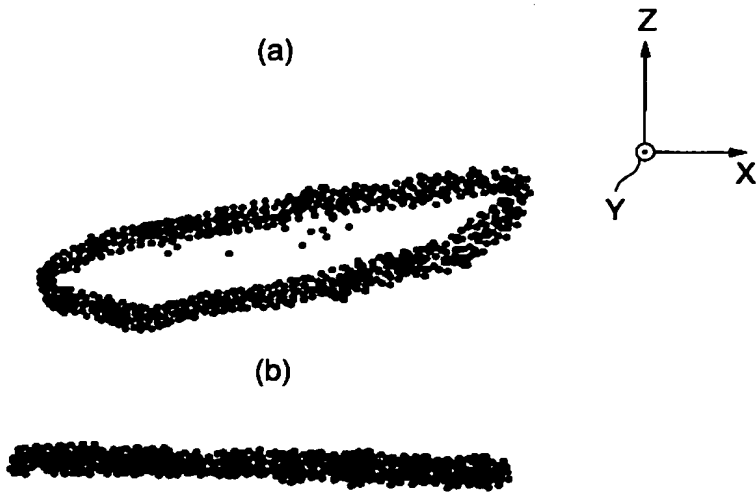
【図 6】



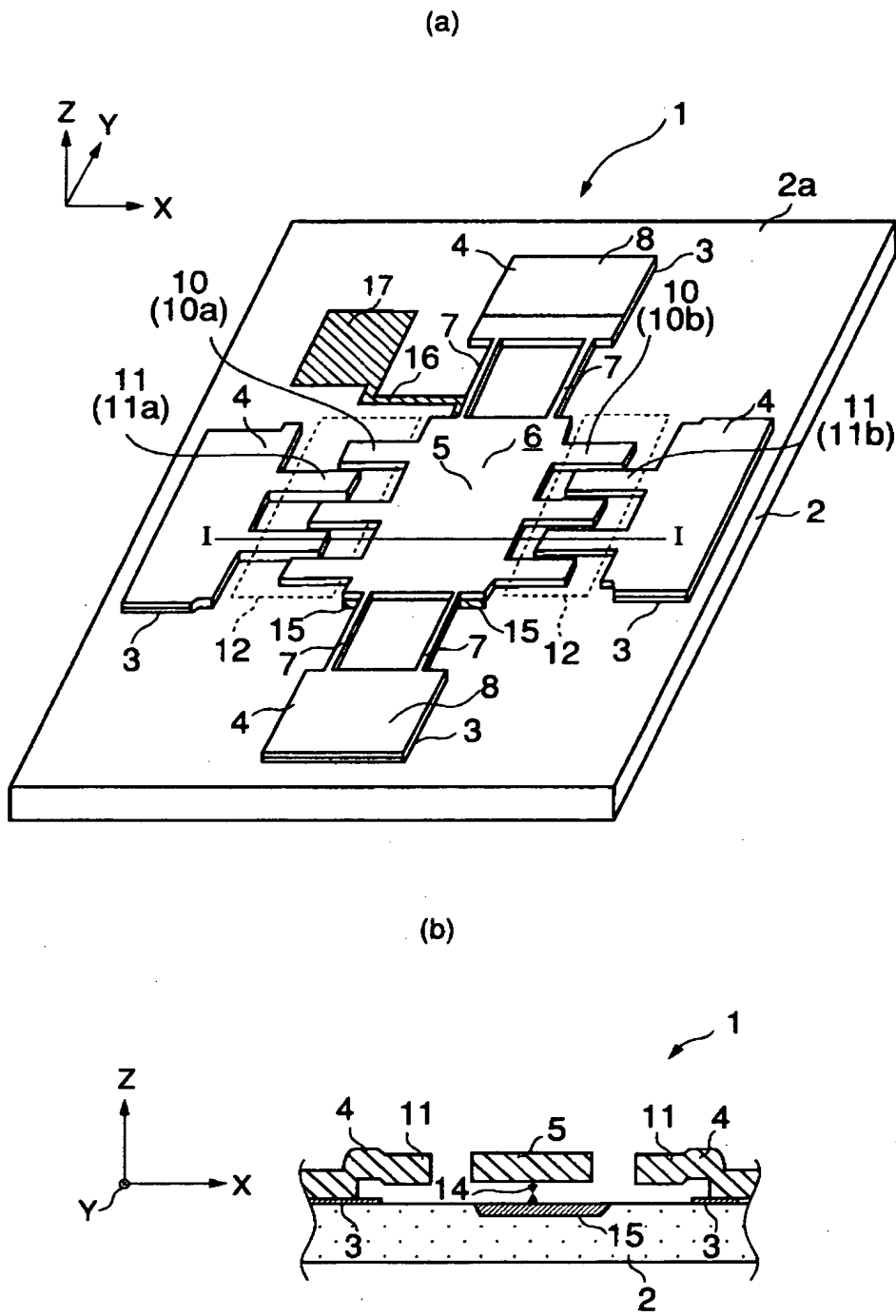
【図 7】



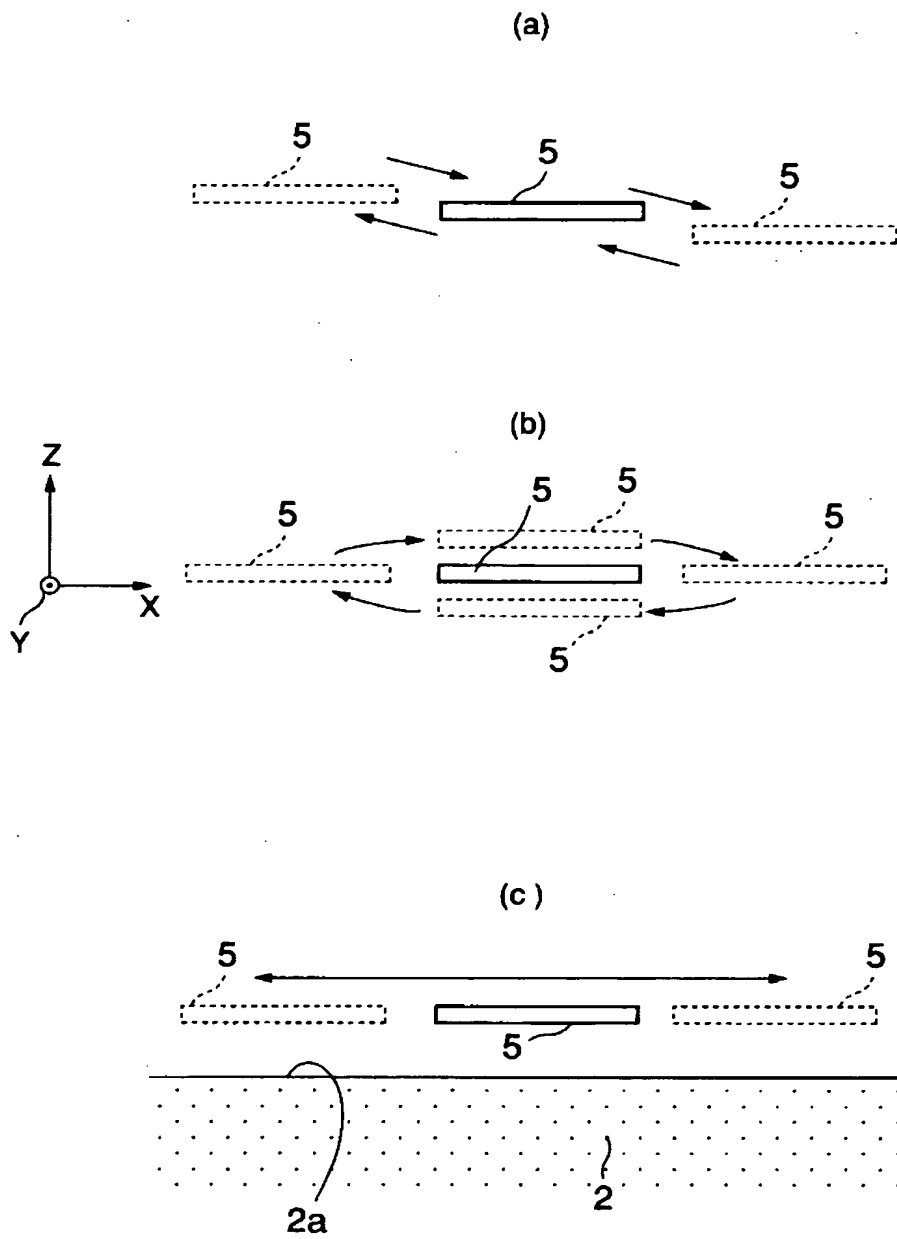
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 共振素子 1 の振動子 5 の振動調整を簡単に行うことを可能にする。

【解決手段】 共振素子 1 には振動子 5 に Z 方向に間隔を介して対向配置される検出電極 4 0 を設ける。また、固定基板 2 の基板面に対する振動子 5 の傾きを補正するための導電層 2 0, 2 1 を設ける。検出電極 4 0 は該検出電極 4 0 と振動子 5 間の静電容量を検出し、容量－電圧変換手段 4 3 はその検出静電容量を電圧に変換して出力部 P から出力する。振動子 5 の X 方向の励振振動中に Y 軸回りの角速度が発生していないのにも拘わらず、振動子 5 が Z 方向にぶれる場合には出力部 P の電圧が上記 Z 方向のぶれに応じて変動する。上記導電層 2 0, 2 1 への印加電圧を出力部 P の電圧のぶれが収束する方向に可変制御することにより、振動子 5 の振動調整を行う。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006231]

| | |
|----------|--------------------|
| 1. 変更年月日 | 1990年 8月28日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 |
| 氏 名 | 株式会社村田製作所 |